



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 44 22 184 C 2

51 Int. Cl. 7:
F 02 D 41/18
F 02 D 41/02

21 Aktenzeichen: P 44 22 184.3-26
22 Anmeldetag: 24. 6. 1994
43 Offenlegungstag: 4. 1. 1996
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 30. 1. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,
DE

72 Erfinder:

Cosfeld, Ralf, 80993 München, DE

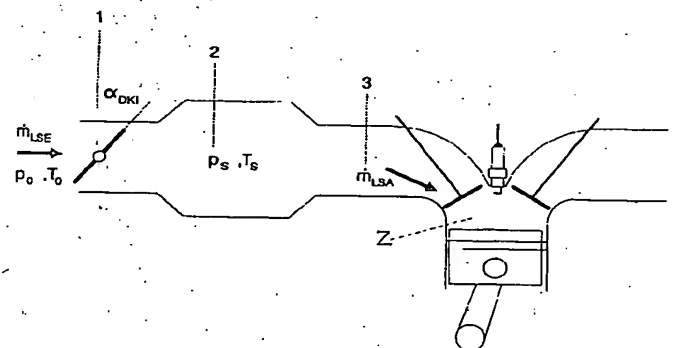
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 43 41 132 A1
DE 43 39 170 A1
DE 42 25 198 A1
DE 41 26 900 A1
DE 40 18 776 A1
DE 39 19 448 A1
DE 39 19 448 A1
DE 39 17 908 A1
US 47 85 785 A
EP 05 94 114 A2
EP 05 89 517 A1
EP 02 71 774 A1

SAE Technical Paper 810494, 1981;

54 Steuergerät für Kraftfahrzeuge mit einer Recheneinheit zur Berechnung der in einen Zylinder der
Brennkraftmaschine strömenden Luftmasse

57 Steuergerät für Kraftfahrzeuge mit einer Recheneinheit zur Berechnung der in einen Zylinder der Brennkraftmaschine strömenden Luftmasse, bei dem die Recheneinheit einen Algorithmus ausführt, dessen Parameter teils gemessene und teils berechnete Betriebsparameter der Brennkraftmaschine enthalten, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein berechneter Betriebsparameter zusätzlich gemessen wird und der Algorithmus derart aufgebaut ist, daß er sich entsprechend einer Differenz zwischen dem Wert des berechneten und dem Wert des zusätzlich gemessenen Betriebsparameters selbst korrigiert.



DE 44 22 184 C 2

DE 44 22 184 C 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Steuergerät für Kraftfahrzeuge mit einer Recheneinheit zur Berechnung der in einen Zylinder der Brennkraftmaschine strömenden Luftmasse nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus dem SAE Technical Paper 810494, 1981, geht hervor, daß in mikroprozessorgesteuerten elektronischen Steuergeräten für Kraftfahrzeuge zur exakten Zumessung des Kraftstoffes in Abhängigkeit von der in einen Zylinder der Brennkraftmaschine strömenden Luftmasse (Zylinderfüllung) eine Recheneinheit zur Berechnung dieser Zylinderfüllung vorgesehen ist. Diese Recheneinheit bildet ein mathematisches Modell der Luftstromphysik, insbesondere im Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine, rechnerisch nach (vgl. insbesondere Seite 10 bis 11, Kapitel "model description" des SAE-Papers). Der Algorithmus dieses rechnerischen Modells enthält teilweise ausschließlich gemessene Betriebsparameter der Brennkraftmaschine, wie z. B. die Drehzahl oder die Öffnungsfläche der Drosselklappe, und teilweise ausschließlich berechnete Betriebsparameter als Zwischenergebnisse, wie z. B. die durch die Drosselklappe strömende Luftmasse oder den im Ansaugrohr der Brennkraftmaschine vorherrschenden Druck. Der Algorithmus bzw. das mathematische Modell enthält Gleichungen, die zur Vereinfachung des Algorithmus die realen Verhältnisse idealisieren und somit ein eventuell ungenaues Ergebnis bei der Berechnung der in einen Zylinder der Brennkraftmaschine strömenden Luftmasse liefern.

[0003] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Steuergerät zur Berechnung der in einen Zylinder der Brennkraftmaschine strömenden Luftmasse eingangs genannter Art derart zu verbessern, daß genauere Ergebnisse bei der Berechnung erzielt werden ohne Verzicht auf die Einfachheit des verwendeten Algorithmus.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0005] Erfindungsgemäß wird ein beim bekannten Algorithmus ausschließlich berechneter Betriebsparameter der Brennkraftmaschine, der insbesondere in Form eines Zwischenergebnisses vorliegt, zusätzlich gemessen. Der Wert des berechneten und der Wert des zusätzlich gemessenen Betriebsparameters werden miteinander verglichen. Der Algorithmus ist derart aufgebaut, daß eine automatische Adaption bzw. eine Selbstkorrektur vorgenommen wird, wenn eine Differenz zwischen dem Wert des berechneten und dem Wert des zusätzlich gemessenen Betriebsparameters vorliegt.

[0006] Durch dieses erfindungsgemäße Steuergerät werden durch einen nur wenig erhöhten Meßaufwand Ungenauigkeiten durch die Idealisierung der realen Verhältnisse beim angewandten Algorithmus durch automatische Adaption des Algorithmus vermieden.

[0007] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist der Gegenstand des Patentanspruchs 2. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung des im Ansaugrohr der Brennkraftmaschine entstehenden Druckes als Betriebsparameter der Brennkraftmaschine, der sowohl berechnet als auch zusätzlich gemessen wird, da dieser Betriebsparameter einer besonders starken Beeinflussung der realen Verhältnisse unterliegt.

[0008] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist der Gegenstand des Patentanspruchs 3. Alternativ oder zusätzlich wird die durch die Drosselklappe der Brennkraftmaschine strömende Luftmasse sowohl berechnet als auch gemessen, da auch ein Luftmassenstrom ebenso wie der Luftdruck besonders stark durch reale Störgrößen beeinflusst wird.

[0009] Gemäß den Weiterbildungen nach Patentanspruch 2 und/oder 3 werden also Betriebsparameter zur Selbstkorrektur des Algorithmus verwendet, die besonders stark von den bei der Idealisierung vernachlässigten Verhältnissen beeinflusst werden.

[0010] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen

[0011] Fig. 1 einen Ansaugtrakt einer Brennkraftmaschine mit den wichtigsten in dem Algorithmus enthaltenen Betriebsparametern,

[0012] Fig. 2 ein Blockschaltbild des aus dem SAE-Paper 810494 bekannten rechnerischen Modells bzw. Algorithmus,

[0013] Fig. 3 die dem Blockschaltbild des bekannten Algorithmus zugrundeliegenden mathematischen Formeln und

[0014] Fig. 4 ein mögliches Ausführungsbeispiel für die Selbstkorrektur des Algorithmus am Beispiel eines zusätzlich gemessenen Drucks im Ansaugrohr der Brennkraftmaschine.

[0015] In Fig. 1 ist eine Drosselklappe (Abschnitt 1) im Luft-Ansaugrohr der Brennkraftmaschine angeordnet, die mit dem Eingang eines Sammlers (Abschnitt 2) verbunden ist, dessen Ausgang unmittelbar zum Einlaßkanal (Abschnitt 3) eines Zylinders Z führt. Die durch das Ansaugrohr an der Stelle der Drosselklappe strömende Luftmasse wird insbesondere, wie dargestellt, durch den Drosselklappenöffnungswinkel α_{DK} , den Umgebungsdruck p_0 , die Umgebungstemperatur T_0 und den Druck im Sammler p_s bestimmt. Diese durch die Drosselklappe strömende Luftmasse m_{LSE} kann entweder rechnerisch oder z. B. mittels eines Luftmassenmessers bestimmt werden. Die in den Zylinder Z einströmende Luftmasse m_{LSA} soll erfindungsgemäß ausschließlich berechnet werden. Der im Sammler vorherrschende Druck p_s ist entweder durch den Algorithmus berechenbar und/oder durch einen hier nicht dargestellten Drucksensor meßbar.

[0016] Die physikalischen Verhältnisse in den Abschnitten 1, 2 und 3 der Fig. 1 werden in Fig. 2 ebenfalls mit den Bezugszeichen 1, 2 und 3 angedeutet. Im Block 1 der Fig. 2 wird die durch die Drosselklappe strömende Luftmasse m_{LSE} berechnet. Dazu wird die aus dem Stand der Technik bekannte Formel (1a) in Verbindung mit den Formeln (1b) und (1c) der Fig. 3 angewendet. Im Block 4 der Fig. 2 sind die Formeln (1a) bis (1c) der Fig. 3 als Teil des Algorithmus zur Berechnung der durch die Drosselklappe strömenden Luftmasse m_{LSE} in Form eines sich aus dem Algorithmus mit den Parametern α_{DK} ($= \alpha_{DK}$), dem Öffnungswinkel der Drosselklappe, und p_s , dem im Sammler vorliegenden Druck, ergebenden Kennfeldes dargestellt. Die Kennfeldwerte F_1 des Blocks bzw. Kennfeldes 4 müssen jedoch an der Multiplizierstelle des Blocks 1 mit dem Faktor $p_0/(R \cdot T_0)$ multipliziert werden, damit sich die durch die Drosselklappe einströmende Luftmasse m_{LSE} ergibt. Dabei ist p_0 der Umgebungsdruck, T_0 die Umgebungstemperatur und R die Gaskonstante für Luft.

[0017] Die so berechnete durch die Drosselklappe strömende Luftmasse m_{LSE} wird an eine Addierstelle des Blocks 2 geführt. Der Block 1 erhält als Druck p_s im Sammler des Ansaugtrakts den in Block 2 berechneten Wert. In Block 1 werden also die aus dem Stand der Technik bekannten Gleichungen (1a) bis (1c) realisiert, die die Gleichungen für eine sog. isentrope Strömung durch eine Blende – aus der Physik bekannt – beschreiben. Die Gleichung (4) in Fig. 3 stellt eine Schreibweise für das aus den Gleichungen (1a) bis (1c) gebildete Kennfeld nach dem Block 4 des Blocks 1 in Fig. 2 dar.

[0018] Der Block 2 in Fig. 2 stellt die Berechnung des Drucks p_s im Ansaugtrakt, insbesondere im Sammler, nach

der Gleichung (2) der Fig. 3 dar. Zunächst wird an der Ad-
dierstelle des Blocks 2 die zuvor berechnete bzw. als An-
fangswert geschätzte oder vorgegebene in einen Zylinder
der Brennkraftmaschine strömende Luftmasse m_{LSA} von der
in Block 1 ermittelten durch die Drosselklappe strömenden
Luftmasse m_{LSE} subtrahiert. Die Differenz dieser beiden
Luftmassen wird mit der Temperatur im Ansaugtrakt T_S und
der Gaskonstante für Luft multipliziert und durch das Volu-
men des Ansaugtrakts, insbesondere des Sammlers, V_S ge-
teilt. Durch diesen Teil des Algorithmus wird entsprechend
der Gleichung (2) der Fig. 3 die Änderung des Drucks p_S im
Ansaugtrakt durch die Bilanz der Luftmassen und durch das
aus der Physik allgemein bekannte ideale Gasgesetz be-
schrieben. Der jeweils momentan vorliegende Druck p_S im
Ansaugtrakt wird durch ein Integrierglied 5 aus der Ände-
rung des Drucks dp_S über der Zeit dt berechnet. Der so be-
rechnete Druck p_S wird nicht nur dem Block 1 sondern auch
dem Block 3 der Fig. 2 zugeführt.

[0019] In Block 3 der Fig. 2 wird aus dem Druck und der
ebenfalls im Steuergerät ermittelten Drehzahl der Brenn-
kraftmaschine n im Block 6 ein Kennfeldfaktor F_2 ermittelt,
der anschließend durch die Temperatur T_S im Ansaugtrakt
bzw. Sammler geteilt wird, um die zu ermittelnde in den Zy-
linder strömende Luftmasse m_{LSA} zu erhalten. Block 3 der
Fig. 2 stellt somit in Form eines Flußdiagramms die Reali-
sierung der Gleichung (3) bzw. der in Kennfeldform darge-
stellten Gleichung (5) der Fig. 3 dar.

[0020] Fig. 4 zeigt ein erfindungsgemäßes Ausführungs-
beispiel der Erweiterung der Fig. 2, bei der eine Selbstkor-
rektur des Algorithmus (Adaption) durch zusätzliche Be-
rücksichtigung des gemessenen Drucks p_S vorgenommen
wird. Block 2 und 3 der Fig. 4 sind identisch mit Block 2
und 3 der Fig. 2. Erfindungsgemäß wird der in Block 2 be-
rechnete Druck im Ansaugtrakt bzw. Sammler $p_{S,cal}$ zu-
nächst zum Adoptionsblock 7 geführt. Ebenso erhält der Ad-
optionsblock 7 den mit einem Drucksensor gemessenen
Druck $p_{S,meß}$. Liegt eine Differenz zwischen dem berechne-
ten Druck $p_{S,cal}$ und dem gemessenen Druck $p_{S,meß}$ vor, wird
entsprechend dieser Differenz ein korrigierter dem tatsäch-
lich vorliegenden Wert angepaßter Druck p_S ermittelt und
dem Block 3 der Fig. 4 zugeführt. Somit korrigiert sich über
den gemessenen Druck $p_{S,meß}$ und den Adoptionsblock 7 der
durch Block 2 und 3 gebildete Gesamtalgorithmus von
selbst.

[0021] Fig. 4 kann beispielsweise durch Block 1 der Fig. 2
ergänzt werden, so daß die durch die Drosselklappe strö-
mende Luftmasse m_{LSE} wie in Fig. 2 dargestellt berechnet
wird. Es ist jedoch auch möglich, die durch die Drossel-
klappe strömende Luftmasse m_{LSE} ausschließlich durch ei-
nen Sensor, z. B. einen Luftmassenmesser, zu ermitteln.
Weiterhin ist erfindungsgemäß möglich, Fig. 4 sowohl
durch den rechnerischen Block 1 der Fig. 2 zu ergänzen als
auch einen weiteren Adoptionsblock einzuführen, über den
die durch die Drosselklappe strömende Luftmasse durch
Vergleich des berechneten Luftmassenwertes mit einem ge-
messenen Wert ebenfalls korrigiert wird.

[0022] Durch ein derartiges erfindungsgemäßes Steuerge-
rät wird nicht nur die Genauigkeit der Berechnung der in ei-
nen Zylinder strömenden Luftmasse verbessert, sondern
auch Mittel geschaffen, durch die eine Redundanz wichtiger
Parameter des Algorithmus erreicht wird, durch die die Aus-
fallwahrscheinlichkeit eines derartigen Systems vermindert
wird.

kraftmaschine strömenden Luftmasse, bei dem die Re-
cheneinheit einen Algorithmus ausführt, dessen Para-
meter teils gemessene und teils berechnete Betriebspa-
rameter der Brennkraftmaschine enthalten, **dadurch
gekennzeichnet**, daß mindestens ein berechneter Be-
triebsparameter zusätzlich gemessen wird und der Al-
gorithmus derart aufgebaut ist, daß er sich entspre-
chend einer Differenz zwischen dem Wert des berech-
neten und dem Wert des zusätzlich gemessenen Be-
triebsparameters selbst korrigiert.

2. Steuergerät nach Patentanspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, daß ein berechneter und zusätzlich ge-
messener Betriebsparameter der im Ansaugtrakt der
Brennkraftmaschine entstehende Druck (p_S) ist.

3. Steuergerät nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, daß ein berechneter und zusätzlich ge-
messener Betriebsparameter die durch die Drossel-
klappe der Brennkraftmaschine strömende Luftmasse
(m_{LSE}) ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

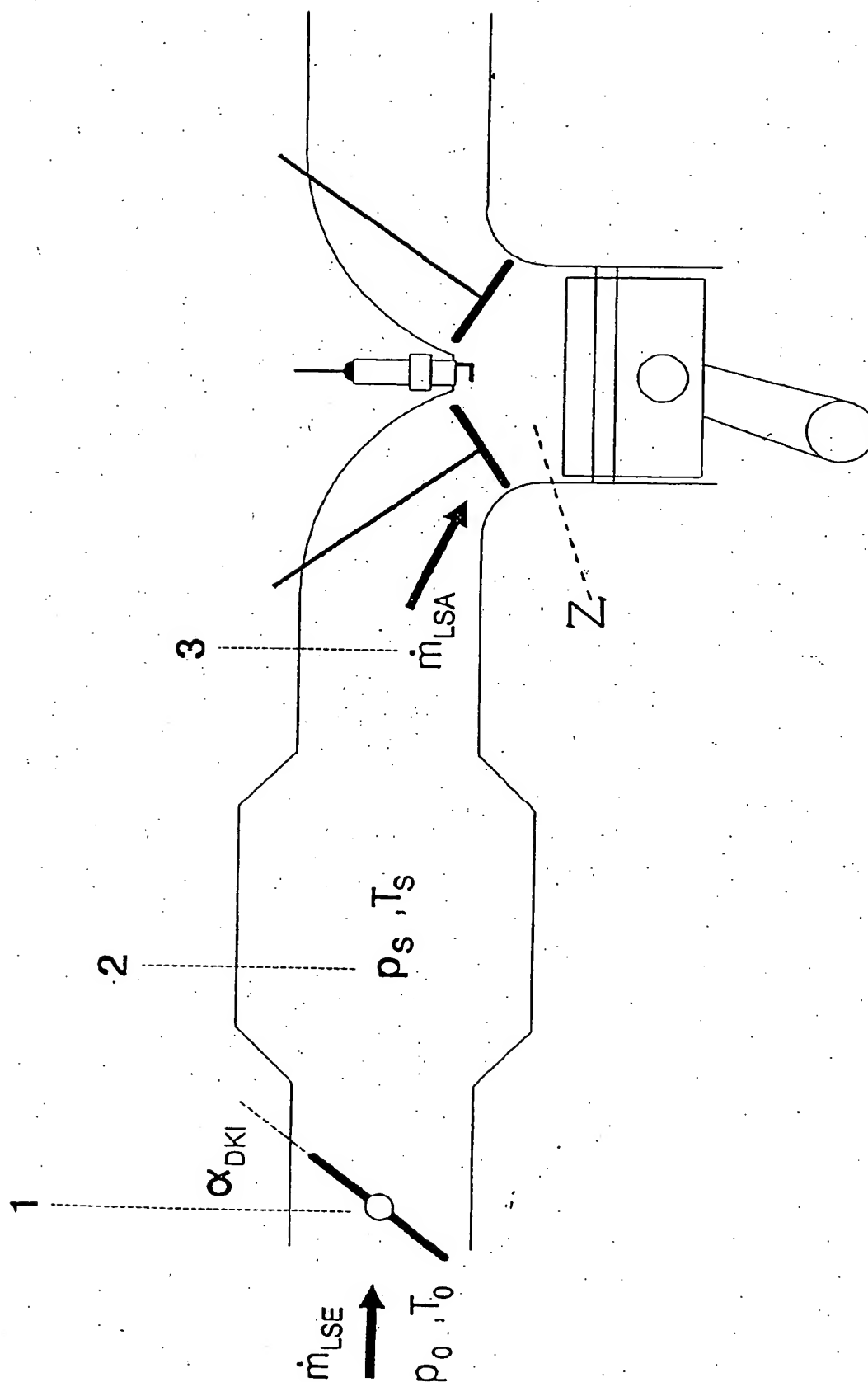


Fig. 1

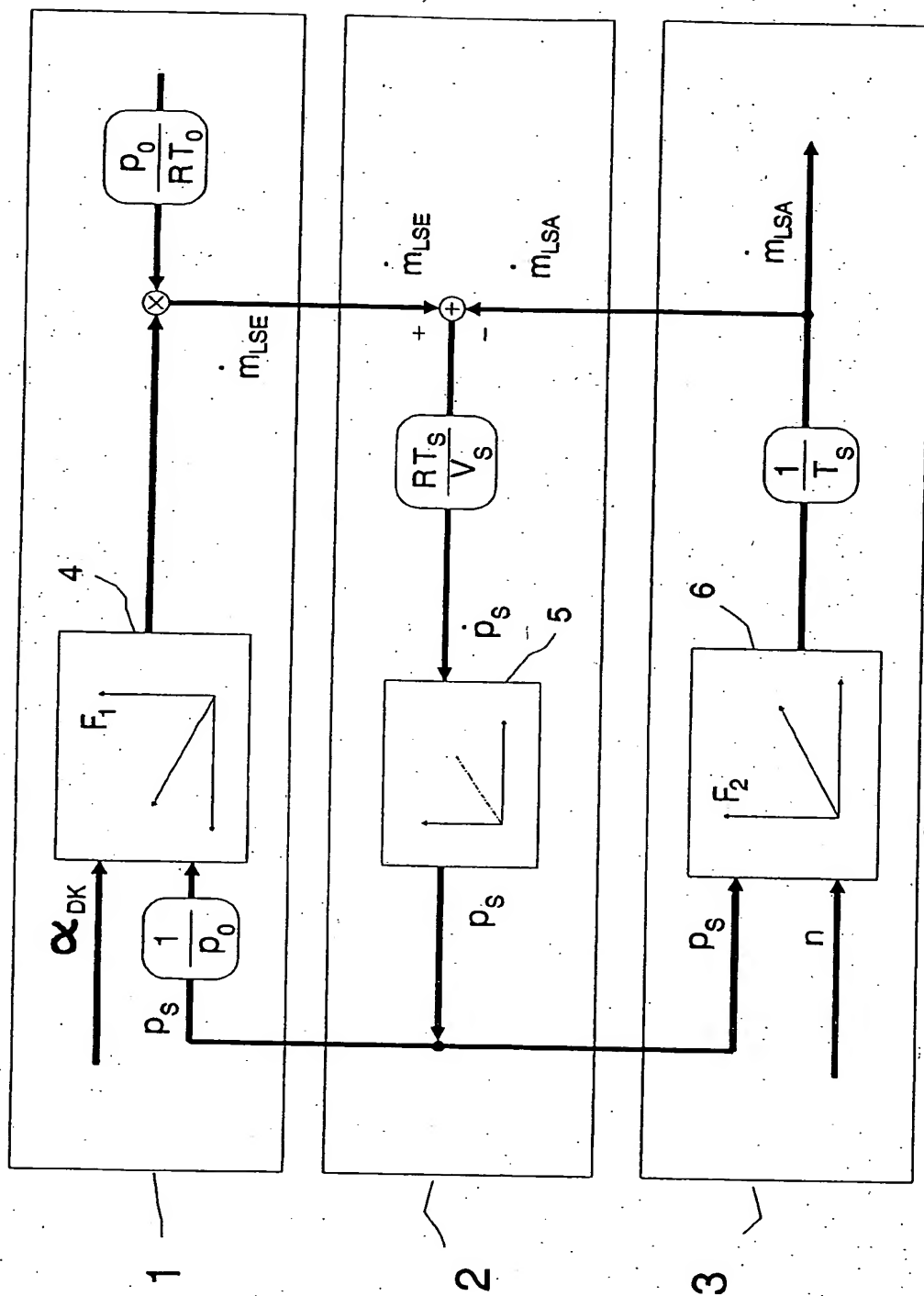


Fig. 2

$$\dot{m}_{LSE} = A_{DK}(\alpha_{DK}) \cdot \Psi\left(\frac{p_s}{p_o}\right) \cdot \frac{p_o}{R \cdot T_o}$$

mit

(1a)

$$A_{DK}(\alpha_{DK}) = [1 - \cos(\alpha_{DK})] \cdot A_{DK,max}$$

(1b)

und

$$\Psi\left(\frac{p_s}{p_o}\right) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2\kappa}{\kappa-1} \left[\left(\frac{p_s}{p_o}\right)^{\frac{2}{\kappa}} - \left(\frac{p_s}{p_o}\right)^{\frac{\kappa+1}{\kappa}} \right]} & \left| \frac{p_s}{p_o} \geq \left(\frac{2}{\kappa+1}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \right. \\ \sqrt{\kappa} \cdot \left(\frac{2}{\kappa+1}\right)^{\frac{\kappa+1}{2(\kappa-1)}} & \left| \frac{p_s}{p_o} < \left(\frac{2}{\kappa+1}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \right. \end{cases}$$

(1c)

$$\frac{\partial p_s}{\partial t} = \frac{R \cdot T_s}{V_s} \cdot (\dot{m}_{LSE} - \dot{m}_{LSA})$$

(2)

$$\dot{m}_{LSA} = \frac{1}{2} \cdot V_H \cdot \frac{1}{R \cdot T_s} \cdot p_s \cdot n$$

(3)

$$\dot{m}_{LSE} = F_1\left(\alpha_{DK}, \frac{p_s}{p_o}\right) \cdot \frac{p_o}{R \cdot T_o}$$

(4)

$$\dot{m}_{LSA} = F_2(p_s, n) \cdot \frac{1}{T_s}$$

(5)

Fig. 3

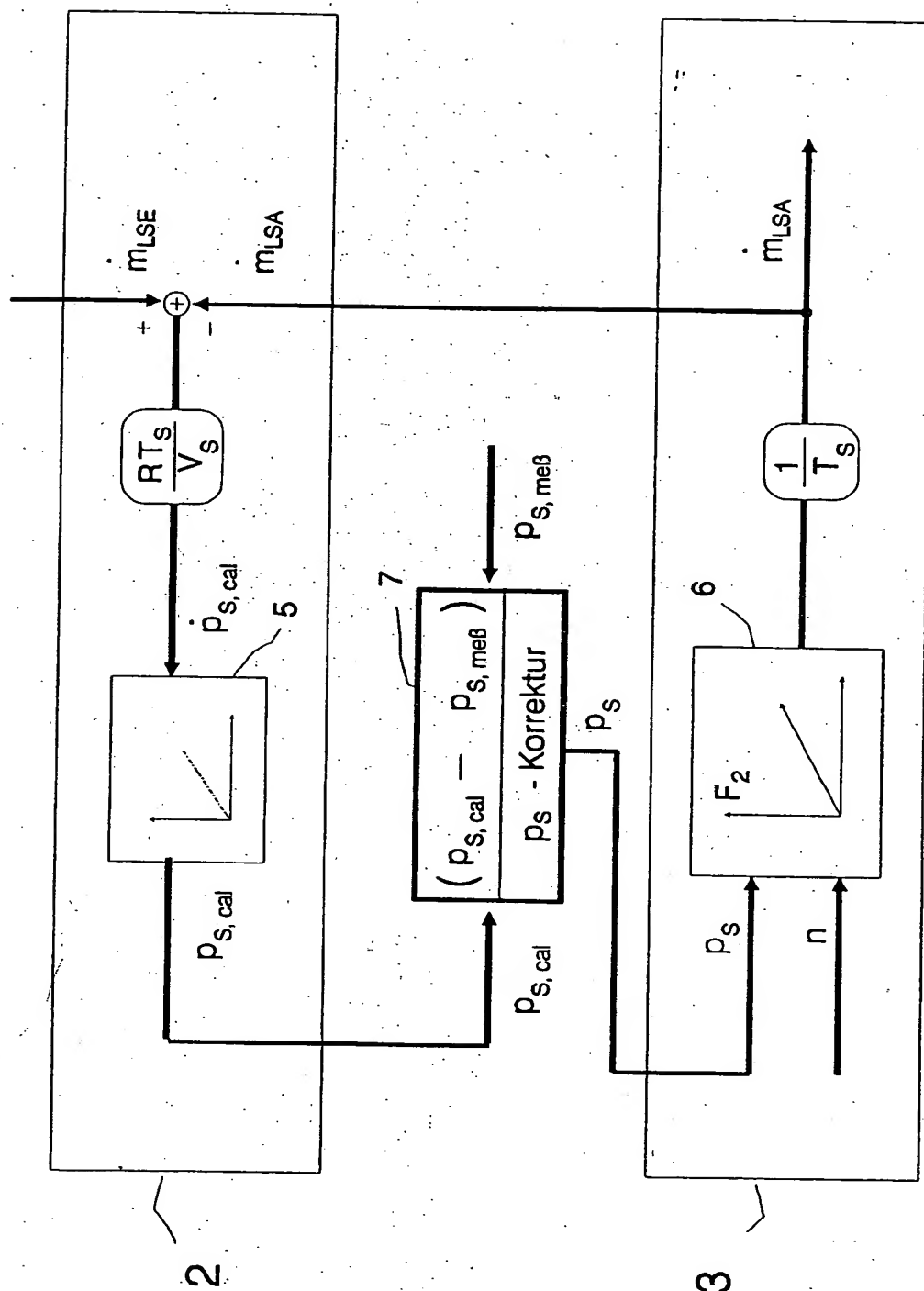


Fig. 4